

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-347665

(43)Date of publication of application : 05.12.2003

(51)Int.Cl.

H01S 5/065

G11B 7/125

(21)Application number : 2002-156033

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 29.05.2002

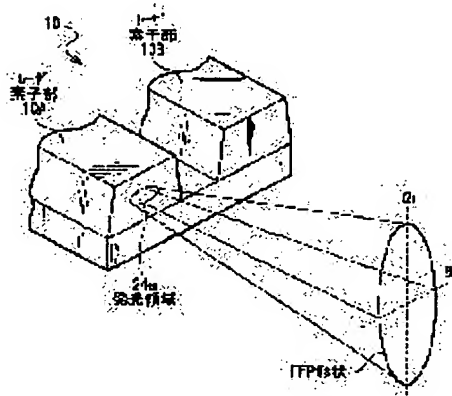
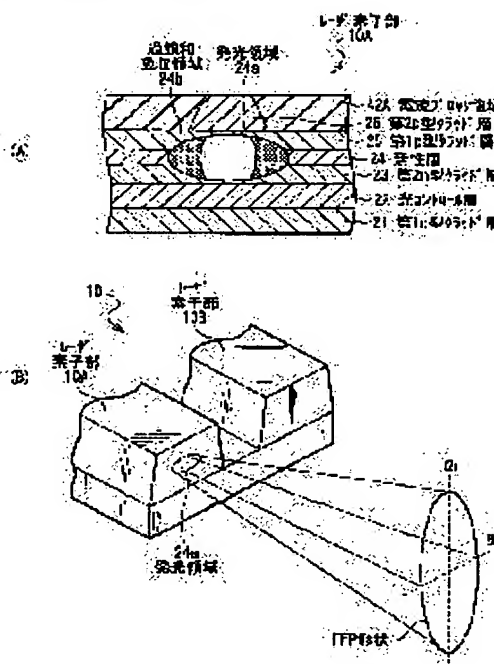
(72)Inventor : NAGASAKI HIROKI

(54) SEMICONDUCTOR LASER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor laser that the directivity of a laser beam can be enhanced, and especially performance of a pulsation type laser can be improved, and to provide a method for manufacturing the same.

SOLUTION: In a laser element part 10A, a light control layer 22 is formed between a first n-type clad layer 21 and a second n-type clad layer 23. The light control layer 22 compensates a difference between the reflection index of an n-type clad layer consisting of the first n-type clad layer 21 and the second n-type clad layer 23 and the reflection index of a p-type clad layer consisting of a first p-type clad layer 25 and a second p-type clad layer 26. The light distribution of a light-emitting region 24a in an active layer 24 agrees with the active layer 24 and its neighboring regions, and so the light distribution is symmetrical to the active layer 24. Since the light absorption is increased in a saturable absorption region 24b, a pulsation margin is increased, and moreover, an FFP shape of light emitted from the active layer 24 is prevented from being spread in the vertical direction.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-347665
(P2003-347665A)

(43)公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-リ-ト*(参考)
H 0 1 S 5/065	6 1 0	H 0 1 S 5/065	6 1 0 5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/125		G 1 1 B 7/125	A 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2002-156033(P2002-156033)
(22)出願日 平成14年5月29日(2002.5.29)

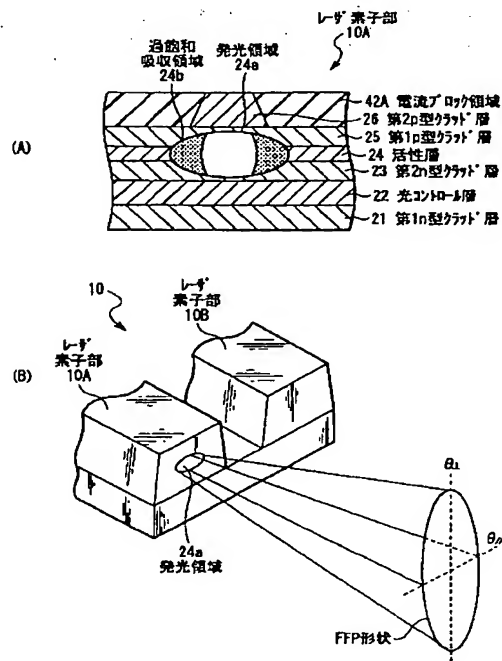
(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 長崎 洋樹
宮城県白石市白鳥三丁目53番地の2 ソニ
ー白石セミコンダクタ株式会社内
(74)代理人 100098785
弁理士 藤島 洋一郎
Fターム(参考) 5D119 AA38 EC47 FA05 FA08 FA17
NA04
5F073 AA11 AA13 AA74 AB06 BA05
CA05 CA14 CB02 DA05 DA23
EA20 EA29

(54)【発明の名称】 半導体レーザおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 レーザ光の指向性を高めることができ、また、特にバルセーション型のレーザの性能を向上させることできる半導体レーザおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 レーザ素子部10Aでは第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23との間に光コントロール層22が形成されている。光コントロール層22によって、第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23からなるn型クラッド層の屈折率と、第1p型クラッド層25と第2p型クラッド層26からなるp型クラッド層の屈折率との差が補償される。活性層24の発光領域24aの光分布が、活性層24およびその近傍の領域と一致し、活性層24に対して対称となる。過飽和吸収領域24bでの光吸収が多くなることにより、バルセーションマージンが大きくなり、また、活性層24から出射された光のFFP形状が垂直方向に広くなることが防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に、互いに発光波長が異なる第 1 のレーザ素子部および第 2 のレーザ素子部を備えた半導体レーザであって、

前記第 1 のレーザ素子部は、

第 1 の半導体材料からなる第 1 の n 型クラッド層および第 2 の n 型クラッド層から構成され、所定の屈折率を有する n 型クラッド層と、

前記 n 型クラッド層の上に形成され、第 1 の半導体材料からなる活性層と、

前記活性層の上に形成され、第 1 の半導体材料からなる第 1 の p 型クラッド層および第 2 の半導体材料からなる第 2 の p 型クラッド層から構成され、前記 n 型クラッド層とは異なる屈折率を有する p 型クラッド層と、

前記第 1 の n 型クラッド層と前記第 2 の n 型クラッド層との間に形成され、前記 n 型クラッド層と前記 p 型クラッド層との屈折率の差を補償する、第 1 の半導体材料からなる光コントロール層とを備えたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 2】 前記第 1 の半導体材料は、3 B 族元素のうちの少なくともガリウムと 5 B 族元素のうちの少なくともヒ素を含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ。

【請求項 3】 前記第 2 の半導体材料は、3 B 族元素のうちの少なくともインジウムと 5 B 族元素のうちの少なくともリンを含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ。

【請求項 4】 前記第 1 の n 型クラッド層、前記第 2 の n 型クラッド層、および前記光コントロール層のそれぞれは、アルミニウムを含んでおり、前記光コントロール層に含まれるアルミニウムの組成は、前記第 1 の n 型クラッド層および前記第 2 の n 型クラッド層のそれぞれに含まれるアルミニウムの組成よりも大きいことを特徴とする請求項 2 記載の半導体レーザ。

【請求項 5】 前記光コントロール層に含まれるアルミニウムの組成は、0.7 以上であり、前記第 1 の n 型クラッド層および前記第 2 の n 型クラッド層のそれぞれに含まれるアルミニウム組成は、0.6 以上 0.7 未満であることを特徴とする請求項 4 記載の半導体レーザ。

【請求項 6】 前記第 2 のレーザ素子部は、前記第 1 のレーザ素子部の第 2 の p 型クラッド層と同じ第 2 の半導体材料からなる p 型クラッド層を含むことを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ。

【請求項 7】 前記第 1 のレーザ素子部の発光波長は 700 nm 帯であり、前記第 2 のレーザ素子部の発光波長は 600 nm 帯であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ。

【請求項 8】 基板上に、互いに発光波長が異なる第 1 のレーザ素子部および第 2 のレーザ素子部を備えた半導

体レーザの製造方法であって、

前記第 1 のレーザ素子部を形成する工程は、

第 1 の半導体材料からなる第 1 の n 型クラッド層、光コントロール層、および第 2 の n 型クラッド層から構成され、所定の屈折率を有する n 型クラッド層を形成する工程と、

前記 n 型クラッド層の上に、第 1 の半導体材料からなる活性層を形成する工程と、

10 前記活性層の上に、第 1 の半導体材料からなる第 1 の p 型クラッド層および第 2 の半導体材料からなる第 2 の p 型クラッド層から構成され、前記 n 型クラッド層と同じ屈折率を有する p 型クラッド層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【請求項 9】 前記第 1 の半導体材料は、3 B 族元素のうちの少なくともガリウムと 5 B 族元素のうちの少なくともヒ素を含むことを特徴とする請求項 8 記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項 10】 前記第 2 の半導体材料は、3 B 族元素のうちの少なくともインジウムと 5 B 族元素のうちの少なくともリンを含むことを特徴とする請求項 8 記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項 11】 前記第 1 の n 型クラッド層、前記第 2 の n 型クラッド層、および前記光コントロール層のそれぞれは、アルミニウムを含んでおり、前記光コントロール層に含まれるアルミニウムの組成を、前記第 1 の n 型クラッド層および前記第 2 の n 型クラッド層のそれぞれに含まれるアルミニウムの組成よりも大きくすることを特徴とする請求項 9 記載の半導体レーザの製造方法。

30 【請求項 12】 前記光コントロール層に含まれるアルミニウムの組成を 0.7 以上とし、前記第 1 の n 型クラッド層および前記第 2 の n 型クラッド層のそれぞれに含まれるアルミニウム組成を 0.6 以上 0.7 未満とすることを特徴とする請求項 11 記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項 13】 前記第 2 のレーザ素子部を形成する工程が、前記第 1 のレーザ素子部の p 型クラッド層と同じ第 2 の半導体材料からなる p 型クラッド層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項 8 記載の半導体レーザの製造方法。

【請求項 14】 前記第 1 のレーザ素子部の発光波長を 700 nm 帯とし、前記第 2 のレーザ素子部の発光波長を 600 nm 帯とすることを特徴とする請求項 8 記載の半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光波長が異なる複数のレーザ素子部を 1 チップ内に備えた半導体レーザおよびその製造方法に係り、特に、パルスセリション現象を利用することによってレーザ発振する半導体レーザお

よびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザの分野においては、同一基板上に発光波長が異なる複数の発光部を備えた半導体レーザ（LD：laser diode）（以下、多波長レーザという。）が活発に開発されている。このような多波長レーザ、例えば2波長レーザは、光ディスク装置のレーザ光源として用いられる。

【0003】現在、一般に光ディスク装置では、700nm帯（例えば780nm）のレーザ光がCD（Compact Disk）の再生に用いられると共に、CD-R（CD recordable）、CD-RW（CD Rewritable）あるいはMD（Mini Disk）などの記録可能な光ディスクの記録・再生に用いられている。また、600nm帯（例えば650nm）のレーザ光がDVD（Digital Versatile Disk）の記録・再生に用いられている。

【0004】このような2波長レーザの一例としては、例えば、配設用の基板の上に、発光波長がそれぞれ780nmおよび650nmである2つのレーザチップが並列に実装されたもの（いわゆる、ハイブリッド型の2波長レーザ）が提案されている。このハイブリッド型の2波長レーザは、レーザチップの製造プロセスにおいて特に制約がなく、最適なプロセスを用いてそれぞれのレーザチップを作製することができるので製造プロセスの自由度が高い。ところが、ハイブリッド型のレーザでは、ビーム間隔やビーム出射方向の精度がレーザの組立の精度で決定されており、例えばレーザチップの間隔を調整することが困難であるため、ビームの精度を確保することができない。そのため、ハイブリッド型の2波長レーザを搭載した光ディスク装置では、ビームの精度を確保するために、多くの光学部品が必要となり、その結果、光ディスク装置全体でのコストが高くなってしまふ。

【0005】そこで、1チップ内に、発光波長がそれぞれ780nmおよび650nmである2つのレーザ素子部を備えた（いわゆる、モノリシック型の2波長レーザ）が提案されている。このモノリシック型の2波長レーザは、AlGaAs系の半導体材料からなる活性層を備えた発光波長が780nmであるレーザ素子部と、GaInP系の半導体材料からなる活性層を備えた発光波長が650nmであるレーザ素子部とが、分離溝を介してGaAs（ガリウムヒ素）よりなる基板の一面側に並列配置されたものである。

【0006】このようなモノリシック型の2波長レーザとしては、例えば、図6に示したように、基板111の上に、発光波長が780nmであるレーザ素子部100A、および、発光波長が650nmであるレーザ素子部100Bを備えた、ゲインガイド型の半導体レーザ100がある（特開2001-57462号公報参照）。レーザ素子部100Aには、基板111の上に、n型AlGaInPからなるn型クラッド層121、AlGaA

sからなる活性層122、p型AlGaInPからなるp型クラッド層123が順次形成されている。レーザ素子部100Bには、基板111の上に、n型AlGaInPからなるn型クラッド層131、GaInPからなる活性層132、p型AlGaInPからなるp型クラッド層133が順次形成されている。

【0007】また、ゲインガイド型の半導体レーザとしては、図7に示したように、発光波長が780nmであるレーザ素子部200A、および、発光波長が650nmであるレーザ素子部200Bが基板211に形成された半導体レーザ200がある（特開2000-244060号公報参照）。この半導体レーザ200では、上述の半導体レーザ100とは異なり、レーザ素子部200Aの全ての半導体層がAlGaAs系の半導体材料により形成されている。すなわち、レーザ素子部200Aには、基板211の上に、n型AlGaAsからなるn型クラッド層221、AlGaAsからなる活性層222、p型AlGaAsからなるp型クラッド層223が順に形成されている。レーザ素子部200Bは、半導体レーザ100のレーザ素子部100B（図6）と同様の構成を有している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、光ディスク装置用の低ノイズ光源として、数百MHz～数GHz程度の周波数で自励振動（出力変動を繰り返すこと）をすることによって、レーザ発振するバルセーション型の半導体レーザが注目されている。このバルセーション型のレーザ素子部には、図8に示したように、n側クラッド層521、活性層522、およびp型クラッド層523が順次形成されている。p型クラッド層523の上部は、電流狭窄をするように細い帯状に形成されており、このp型クラッド層523の両側には電流ブロック領域524が設けられている。

【0009】このような構成を有するバルセーション型の半導体レーザでは、活性層522内の発光領域522aの周囲に、発光領域522aよりも光ゲインが小さい過飽和吸収領域（Saturable Absorbing Region；SAR）522bが形成されている。この過飽和吸収領域522bは、電流ブロック領域524の屈折率を変化させること、電流狭窄をするためのp型クラッド層523の上部の幅を変えること、p型クラッド層523の厚さを変化させること、あるいは、活性層522の体積を変化させることによって形成され、活性層522に注入された電子と活性層522内で発生した光との相互作用を促進させる機能を有している。このような過飽和吸収領域522bの作用によって、バルセーション型の半導体レーザでは、自励振動が緩和せずにレーザ発振がなされる。

【0010】このようなバルセーション型の半導体レーザとして、発光波長が780nmであるレーザ素子部、

および、発光波長が650nmであるレーザ素子部のそれぞれをバルセーション型とした2波長半導体レーザを実現するためには、発光波長が780nmであるレーザ素子部で、AlGaAs系半導体材料からなる活性層522を挟むn型クラッド層521およびp型クラッド層523を活性層522と同じAlGaAs系半導体材料から構成するようにしなければならない。すなわち、従来の半導体レーザ200のように、発光波長が780nmであるレーザ素子部200AをAlGaAs系半導体材料により形成し、また、発光波長が650nmであるレーザ素子部200BをGaInP系の半導体材料により形成するといったように、レーザ素子部200A、200Bのそれぞれを異なった材料により形成しなければならない。そのために、これらのレーザ素子部を作製する場合、同時にプロセスを行うことが困難となって、その結果、製造プロセスに制約が生じていた。

【0011】そこで、本出願人と同一の出願人は、このような製造プロセスでの制約を解消するために、図9に示したように、半導体レーザ300において、発光波長が780nmであるレーザ素子部300Aのp型クラッド層の一部とレーザ素子部300Bのp型クラッド層とを同じGaInP系半導体材料により形成することを考えている。具体的には、レーザ素子部300Aには、基板311の上に、n型AlGaAsからなるn型クラッド層321、AlGaAsからなる活性層324、p型AlGaAsからなる第1p型クラッド層325、およびp型AlGaInPからなる第2p型クラッド層326が順に形成されている。第2p型クラッド層326は細い帯状に形成されており、この第2p型クラッド層326の両側には電流ブロック領域342Aが設けられている。他方、発光波長が650nmであるレーザ素子部300Bには、基板311の上に、AlGaInPからなるn型クラッド層331、GaInPからなる活性層332、AlGaInPからなるp型クラッド層333が順に形成されている。このp型クラッド層333の両側には電流ブロック領域342Bが設けられている。

【0012】このような構成を有する半導体レーザ300では、780nmのレーザ素子部300Aにおいて、第2p型クラッド層326がAlGaInPにより形成されているために、第1p型クラッド層325および第2p型クラッド層326からなるp型クラッド層の屈折率が、n型クラッド層321の屈折率よりも小さくなる。

【0013】しかしながら、製造プロセスの制約上、p型クラッド層の屈折率をn型クラッド層321の屈折率と同じにするのは困難である。具体的には、第1p型クラッド層325および第2p型クラッド層326から構成されるp型クラッド層の屈折率をn型クラッド層321の屈折率と同じにするために、780nmのレーザ素子部300Aにおいて、第2p型クラッド層326のA

1組成を小さくすると、レーザ素子部300Aの第2p型クラッド層326とレーザ素子部300Bのp型クラッド層333とのA1組成に大きな差が生じてしまう。その結果、同一のエッチング溶液を用いてエッチングを施すと、エッチングレートが大きく異なってしまうために、同一のエッチング溶液を用いてエッチングを施すことができなくなる。

【0014】これによって、半導体レーザ300のレーザ素子部300Aでは、第1p型クラッド層325および第2p型クラッド層326からなるp型クラッド層の屈折率が、n型クラッド層321の屈折率よりも小さくなるために、図10(A)に示したように、活性層324内の発光領域324aの光分布がn側クラッド層321側に偏って非対称となる。

【0015】このようにn側クラッド層321側に光が偏ると、過飽和吸収領域324bでの光吸収が少なくなり、バルセーションマージンが非常に狭くなって、図10(B)に示したように、発光領域324aからの出射光のFFP(Far Field Pattern)形状が垂直方向に極端に広がってしまうという問題があった。その結果、レーザ光の指向性が悪くなり、レーザの性能が低下してしまうという問題があった。このような問題は、バルセーション型の半導体レーザに顕著に現われてしまう。

【0016】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、レーザ光の指向性を高めることができ、また、レーザ、特にバルセーション型のレーザの性能を向上させることできる半導体レーザおよびその製造方法を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明による半導体レーザは、基板上に、互いに発光波長が異なる第1のレーザ素子部および第2のレーザ素子部を備えたものであって、第1のレーザ素子部は、第1の半導体材料からなる第1のn型クラッド層および第2のn型クラッド層から構成され、所定の屈折率を有するn型クラッド層と、n型クラッド層の上に形成され、第1の半導体材料からなる活性層と、活性層の上に形成され、第1の半導体材料からなる第1のp型クラッド層および第2の半導体材料からなる第2のp型クラッド層から構成され、n型クラッド層とは異なる屈折率を有するp型クラッド層と、第1のn型クラッド層と第2のn型クラッド層との間に形成され、n型クラッド層とp型クラッド層との屈折率の差を補償する、第1の半導体材料からなる光コントロール層とを備えたものである。

【0018】本発明による半導体レーザの製造方法は、基板上に、互いに発光波長が異なる第1のレーザ素子部および第2のレーザ素子部を備えた方法であって、第1のレーザ素子部を形成する工程は、第1の半導体材料からなる第1のn型クラッド層、光コントロール層、および第2のn型クラッド層から構成され、所定の屈折率を

有するn型クラッド層を形成する工程と、n型クラッド層の上に、第1の半導体材料からなる活性層を形成する工程と、活性層の上に、第1の半導体材料からなる第1のp型クラッド層および第2の半導体材料からなる第2のp型クラッド層から構成され、n型クラッド層と同じ屈折率を有するp型クラッド層を形成する工程とを含むものである。

【0019】本発明による半導体レーザおよびその製造方法では、第1のレーザ素子部の第1のn型クラッド層と第2のn型クラッド層との間に第1の半導体材料からなる光コントロール層が形成され、この光コントロール層によってn型クラッド層の屈折率とp型クラッド層の屈折率との差が補償されるようにしたので、活性層内の光分布の中心が活性層およびその近傍の領域と一致して、その結果、過飽和吸収領域での光吸収が多くなることによって、パルセーションマージンが大きくなり、また、活性層から出射された光のFFP形状が垂直方向に広がることを防止される。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0021】図1は、本発明の一実施の形態に係る2波長型の半導体レーザ10の概略断面構造を表すものである。この半導体レーザ10は、例えば、厚さ100μm程度であり、n型不純物としてケイ素(Si)が添加されたn型GaAsからなる基板11を備えている。基板11の上には、例えば、700nm帯(例えば780nm)の光を出射するパルセーション型のレーザ素子部10Aと、600nm帯(例えば650nm)の光を出射するパルセーション型のレーザ素子部10Bとがそれぞれ形成されている。レーザ素子部10Aおよびレーザ素子部10Bは、例えば200μm程度以下の間を隔てて位置するように配置されている。具体的には、レーザ素子部10Aの後述する発光領域とレーザ素子部10Bの後述する発光領域との間隔が約120μmとなっている。

【0022】レーザ素子部10Aには、基板11の上に、例えば、第1n型クラッド層21、光コントロール層22、第2n型クラッド層23、活性層24、第1p型クラッド層25、第2p型クラッド層26、p型中間層(図示せず)およびp型キャップ層41Aが順次形成されている。

【0023】ここで、第1n型クラッド層21、光コントロール層22、第2n型クラッド層23、活性層24、第1p型クラッド層25およびp型キャップ層41Aの各層は、例えば、短周期型周期表における3B族元素のうちの少なくともガリウム(Ga)と短周期型周期表における5B族元素のうちの少なくともヒ素(As)とを含むIII-V族化合物半導体材料から構成される。また、第2p型クラッド層26およびp型中間層

は、例えば短周期型周期表における3B族元素のうちの少なくともインジウム(In)と短周期型周期表における5B族元素のうちの少なくともリン(P)とを含むIII-V族化合物半導体材料から構成されている。

【0024】具体的には、第1n型クラッド層21は、例えば、厚さが0.7μmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型Al_xGa_{1-x}As混晶により形成されている。光コントロール層22は、例えば、厚さが0.2μmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたAl_yGa_{1-y}As混晶により形成されている。この光コントロール層22は、後で詳述するが、n型クラッド層の屈折率と後述するp型クラッド層の屈折率との差を補償している。第2n型クラッド層23は、例えば、厚さが0.3μmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型Al_xGa_{1-x}As混晶により形成されている。

【0025】ここで、第1n型クラッド層21および第2n型クラッド層23のそれぞれのAlの組成xは、例えば0.6以上0.7未満の値である。光コントロール層22でのAlの組成yは、第1n型クラッド層21および第2n型クラッド層23のそれぞれのAlの組成xよりも大きい、例えば0.7以上の値である。このように、光コントロール層22のAlの組成yが、第1n型クラッド層21および第2n型クラッド層23のそれぞれのAlの組成xよりも大きいので、光コントロール層22の屈折率は、第1n型クラッド層21および第2n型クラッド層23のそれぞれの屈折率よりも小さくなっている。

【0026】活性層24は、例えば、厚さが60nmであり、組成の異なるAl_zGa_{1-z}As(但し、z≧0)混晶によりそれぞれ形成された井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。なお、この活性層24は、発光領域として機能するものであり、その発光波長は例えば780nmである。

【0027】第1p型クラッド層25は、例えば、厚さが0.4μmであり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型AlGaAs混晶により形成されている。第2p型クラッド層26は、例えば、厚さが0.7μmであり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型AlGaInP混晶により形成されている。p型中間層は、p型不純物として亜鉛が添加されたp型GaInPにより形成されている。p型キャップ層41Aは、例えば、厚さが0.3μmであり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型GaAsにより形成されている。

【0028】ここで、第2p型クラッド層26がAlGaInP混晶により形成されることにより、第1p型クラッド層25および第2p型クラッド層26から構成されるp型クラッド層の一部がAlGaInP混晶により形成されるために、このp型クラッド層の屈折率は、第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23とが共

にAlGaAs混晶からなるn型クラッド層の屈折率よりも小さくなっているが、このn型クラッド層の屈折率とp型クラッド層の屈折率との差は、第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23との間に形成された光コントロール層22によって補償されている。

【0029】また、第2p型クラッド層26、p型中間層およびp型キャップ層41Aは、共振器方向に延長された細い帯状となっており、電流狭窄をするようになっている。この帯状部分の両側には、n型GaAsからなる電流ブロック領域42Aがそれぞれ設けられている。ちなみに、このp型キャップ層41Aに対応する活性層24の領域が発光領域となっている。

【0030】p型キャップ層41Aの上には、p側電極51Aが形成されている。このp側電極51Aは、例えば、p型キャップ層41Aの側からチタン、白金および金を順次積層して熱処理により合金化されたものであり、p型キャップ層41Aと電気的に接続されている。

【0031】レーザ素子部10Bには、基板11の上に、例えば、n型クラッド層31、活性層32、p型クラッド層33、p型中間層（図示せず）およびp型キャップ層41Bが順次形成されている。これらの各層は、例えば、短周期型周期表における3B族元素のうちの少なくともインジウム（In）と短周期型周期表における5B族元素のうちの少なくともリン（P）とを含むIII-V族化合物半導体材料から構成されている。

【0032】具体的には、n型クラッド層31は、例えば、厚さが1.1μmであり、n型不純物としてケイ素が添加されたn型AlGaInP混晶により形成されている。活性層32は、例えば、厚さが70nmであり、組成の異なるAl_xGa_yIn_{1-x-y}P（但し、x≥0かつy≥0）混晶によりそれぞれ形成された井戸層とバリア層との多重量子井戸構造を有している。なお、この活性層32は、発光領域として機能するものであり、その発光波長は例えば650nmである。p型クラッド層33は、例えば、厚さが0.4μmであり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型AlGaInP混晶により形成されている。p型中間層は、p型不純物として亜鉛が添加されたp型GaInPにより形成されている。p型キャップ層41Bは、例えば、厚さが0.7μmであり、p型不純物として亜鉛が添加されたp型GaAsにより形成されている。

【0033】なお、p型クラッド層33の一部、p型中間層およびp型キャップ層41Bは、共振器方向に延長された細い帯状に形成されており、電流狭窄をするようになっている。この帯状部分の両側には、n型GaAsからなる電流ブロック領域42Bがそれぞれ設けられている。ちなみに、このp型キャップ層41Bに対応する活性層32の領域が発光領域となっている。

【0034】p型キャップ層41Bの上には、p側電極51Bが設けられている。このp側電極51Bは、レー

ザ素子部10Aのp側電極51Aと同様の構成を有しており、例えば、p型キャップ層41Bの側からチタン、白金および金を順次積層して熱処理により合金化されたものであり、p型キャップ層41Bと電気的に接続されている。

【0035】また、基板11の裏面には、レーザ素子部10A、10Bに共通のn側電極52が形成されている。このn側電極52は、例えば、基板11の側から金とゲルマニウム（Ge）との合金、ニッケルおよび金を順次積層して熱処理により合金化されたものである。

【0036】次に、図2～図4および図1を参照して、半導体レーザ10の製造方法について説明する。

【0037】まず、図2（A）に示したように、n型GaAsよりなる基板11を用意し、この基板11の上にMOCVD法によって、n型Al_xGa_{1-x}As混晶からなる第1n型クラッド層21、Al₁Ga_{1-y}As混晶からなる光コントロール層22、第2のn型クラッド層23、Al_zGa_{1-z}As（但し、z≥0）混晶よりなる活性層24、p型AlGaAs混晶からなる第1p型クラッド層25、p型AlGaInP混晶からなる第2p型クラッド層26、p型GaInPからなるp型中間層（図示せず）、p型GaAsからなるp型キャップ層41Aを順次成長させる。

【0038】ここで、第1n型クラッド層21および第2n型クラッド層23でのAlの組成xは、例えば0.6以上0.7未満の値とする。光コントロール層22のAlの組成yは、第1n型クラッド層21および第2のn型クラッド層23のそれぞれのAlの組成xよりも大きい、例えば0.7以上の値とする。

【0039】次いで、図2（B）に示したように、p型キャップ層41Aの上にレーザ素子部10Aの形成予定領域に対応してレジスト膜61を形成する。次に、このレジスト膜61をマスクとして、例えば、塩酸系のエッチング溶液を用いてp型キャップ層41A、p型中間層、第2p型クラッド層26を選択的に除去し、フッ酸系のエッチング溶液を用いて第1p型クラッド層25、活性層24、第2n型クラッド層23、光コントロール層22および第1n型クラッド層21のレジスト膜61に覆われていない部分をそれぞれ選択的に除去する。

【0040】レジスト膜61を除去した後、図3（A）に示したように、例えばMOCVD法によって、n型AlGaInP混晶よりなるn型クラッド層31、Al_xGa_yIn_{1-x-y}P（但し、x≥0かつy≥0）混晶よりなる活性層32、およびp型AlGaInP混晶よりなるp型クラッド層33、p型GaInPからなるp型中間層（図示せず）、p型GaAsからなるp型キャップ層41Bを順次成長させる。

【0041】次いで、図3（B）に示したように、p型キャップ層41Bの上にレーザ素子部10Bの形成予定領域に対応してレジスト膜62を形成する。続いて、こ

のレジスト膜62をマスクとして、例えば塩酸系のエッチング溶液を用いてp型キャップ層41B、p型中間層、p型クラッド層33、活性層32およびn型クラッド層31をそれぞれ選択的に除去する。

【0042】レジスト膜62を除去した後、図4(A)に示したように、レーザ素子部10Aのp型キャップ層41A、および、レーザ素子部10Bのp型キャップ層41Bの上に、例えば細い帯状をしたSiO₂膜63A、63Bを形成する。続いて、これらSiO₂膜63A、63Bをマスクとして、例えば、塩酸系のエッチング溶液を用いてp型キャップ層41A、p型中間層、第2p型クラッド層26、p型キャップ層41B、p型中間層、およびp型クラッド層33の一部のそれぞれを選択的に除去する。このとき、塩酸系のエッチング溶液として、例えば、塩酸と水との比が2:1であるものを用いる。

【0043】SiO₂膜63A、63Bを選択成長マスクとして用い、図4(B)に示したように、n型GaAsからなる電流ブロック領域42A、42Bを形成する。ここでは、リソグラフィ技術を用いて電流注入領域の位置を規定するようにしているので、それらの位置を精確に制御できるようになっている。

【0044】このように、本実施の形態では、レーザ素子部10Aの第2p型クラッド層26とレーザ素子部10Bのp型クラッド層33とを同じ半導体材料で形成するようにしたので、後の工程で、同時にエッチング等のプロセスを行うことができるようになり、その結果、製造プロセスが容易となる。

【0045】SiO₂膜63A、63Bを除去した後、p型キャップ層41A、41Bの表面およびその近傍に、例えば、ニッケル、白金および金を順次蒸着し、p側電極51A、51Bをそれぞれ形成する。基板11の裏面側を例えばラッピングおよびポリッシングする。続いて、基板11の裏面側に、例えば、金とゲルマニウムとの合金、ニッケルおよび金を順次蒸着し、各レーザ素子部10A、10Bに共通のn側電極52を形成する。そののち、加熱処理を行い、p側電極51A、51Bおよびn側電極52を合金化する。更に、ここでは図示しないが、基板11を例えばp側電極51A、51Bの長さ方向に対して垂直に所定の幅で劈開し、その劈開面に

【0046】この半導体レーザ10では、レーザ素子部10Aのp側電極51Aとn側電極52との間に所定の電圧が印加されると、活性層24に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起り、レーザ素子部10Aから780nmの波長の光が出射される。更に、レーザ素子部10Bのp側電極51Bとn側電極52との間に所定の電圧が印加されると、活性層32に電流が注入され、電子-正孔再結合により発光が起り、レーザ素

子部10Bから650nmの波長の光が出射される。ここで、レーザ素子部10A、10Bからの出射光は、一対の反射鏡のそれぞれ同一の側から光が出射する。

【0047】このとき、レーザ素子部10A、10Bのそれぞれではバルセーション現象を利用することによってレーザ発振するが、レーザ素子部10Aにおいては、図5(A)に示したように、活性層24に、この活性層24内に注入された電子が正孔と再結合することによって発光する発光領域24aと、この発光領域24aよりも光ゲインが小さい過飽和吸収領域24bとが形成されている。この過飽和吸収領域24bは、電流ブロック領域42Aの屈折率を変化させること、電流狭窄をするための第2p型クラッド層26の幅を変えること、第1p型クラッド層25の厚さを変化させること、あるいは、活性層24の体積を変化させることによって形成され、活性層24内に注入された電子と発光領域24aで発生した光との相互作用を促進させる機能を有する。このような過飽和吸収領域24bの作用によって、自励振動が緩和せずにレーザ発振がなされる。

【0048】ここで、第2p型クラッド層26がAlGaInP混晶により形成されることにより、第1p型クラッド層25および第2p型クラッド層26から構成されるp型クラッド層の一部がAlGaInP混晶により形成されるために、このp型クラッド層の屈折率は、第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23とが共にAlGaAs混晶からなるn型クラッド層の屈折率よりも小さくなっているが、本実施の形態では、第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23との間に光コントロール層22が形成され、この光コントロール層22によってn型クラッド層の屈折率とp型クラッド層の屈折率との差が補償される。

【0049】このように、光コントロール層22によって、n型クラッド層の屈折率とp型クラッド層の屈折率との差が補償されるので、活性層24内の発光領域24aの光分布が、活性層24およびその近傍の領域と一致し、活性層24に対して対称となる。よって、過飽和吸収領域24bでの光吸収が多くなって、バルセーションマージンが大きくなる。また、図5(B)に示したように、活性層24からの出射光のFFP形状が垂直方向に広がることが防止される。その結果、レーザ光の指向性を高めることができ、また、バルセーション型のレーザの性能を向上させることができる。

【0050】このように本実施の形態に係る半導レーザ10では、レーザ素子部10Aの第1n型クラッド層21と第2n型クラッド層23との間に、光コントロール層22を形成し、この光コントロール層22によってn型クラッド層の屈折率とp型クラッド層の屈折率との差を補償するようにしたので、活性層24内の発光領域24aの光分布を、活性層24およびその近傍の領域と一致させて、活性層24に対して対称とすることができ

る。従って、過飽和吸収領域24bでの光吸収が多くなることにより、バルセーションマージンを広くすることができ、また、活性層24から出射された光のFFP形状が垂直方向に広がることを防止することができる。その結果、レーザ光の指向性を高めることができ、また、レーザ、特にバルセーション型のレーザの性能を向上させることができる。

【0051】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、本発明をレーザ素子部10Aおよびレーザ素子部10Bからなる2波長レーザに適用するようにしたが、3つ以上のレーザ素子部から構成される3波長以上のレーザに適用してもよい。

【0052】また、上記実施の形態では、本発明をバルセーション型の半導体レーザ10に適用するようにしたが、他の半導体レーザ、例えば、ゲインガイド型の半導体レーザやインデックスガイド型の半導体レーザに適用してもよい。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように本発明の半導体レーザおよびその製造方法によれば、第1のレーザ素子部の第1のn型クラッド層と第2のn型クラッド層との間に光コントロール層を形成し、この光コントロール層によってn型クラッド層の屈折率とp型クラッド層の屈折率との差を補償するようにしたので、活性層内の発光領域の光分布を、活性層およびその近傍の領域と一致させて、活性層に対して対称とすることができる。従って、活性層内の過飽和吸収領域での光吸収が多くなることにより、バルセーションマージンを広くすることができ、また、活性層から出射された光のFFP形状が垂直方向に広がることを防止することができる。その結果、レーザ光の指向性を高めることができ、また、レーザ、特にバルセーション型のレーザの性能を向上させることが*

*できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る半導体レーザの構成を表す概略構成図である。

【図2】図1に示した半導体レーザの製造工程を表す断面図である。

【図3】図2に続く製造工程を表す断面図である。

【図4】図3に続く製造工程を表す断面図である。

【図5】図1に示した半導体レーザにおける発光波長が780nmであるレーザ素子部の特性を説明するための概略構成図である。

【図6】従来の半導体レーザの構成を表す概略構成図である。

【図7】従来の半導体レーザの構成を表す概略構成図である。

【図8】従来のバルセーション型の半導体レーザのレーザ素子部の概略構成図である。

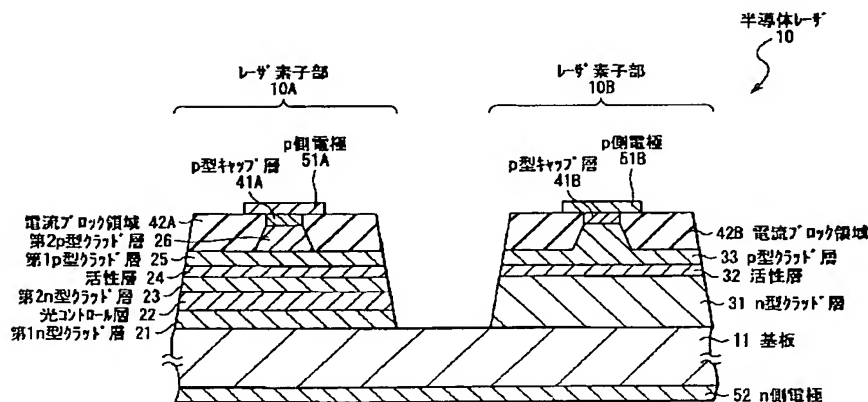
【図9】バルセーション型の半導体レーザの構成を表す概略構成図である。

【図10】バルセーション型の半導体レーザにおける発光波長が780nmであるレーザ素子部の特性を説明するための概略構成図である。

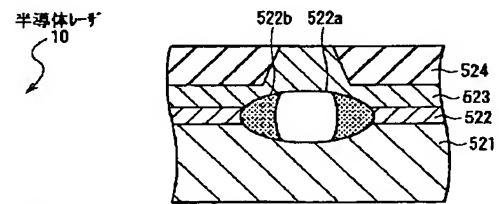
【符号の説明】

10…半導体レーザ、10A、10B…レーザ素子部、11…基板、21…第1n型クラッド層、22…光コントロール層、23…第2n型クラッド層、24、32…活性層、24a…発光領域、24b…過飽和吸収領域、25…第1p型クラッド層、26…第2p型クラッド層、31…n型クラッド層、33…p型クラッド層、41A、41B…p型キャップ層、42A、42B…電流ブロック領域、51A、51B…p側電極、52…n側電極、61、62…レジスト膜、63A、63B…SiO₂膜

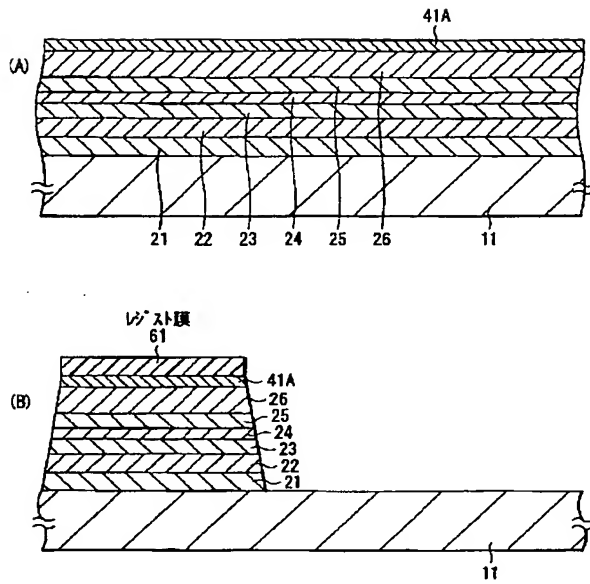
【図1】



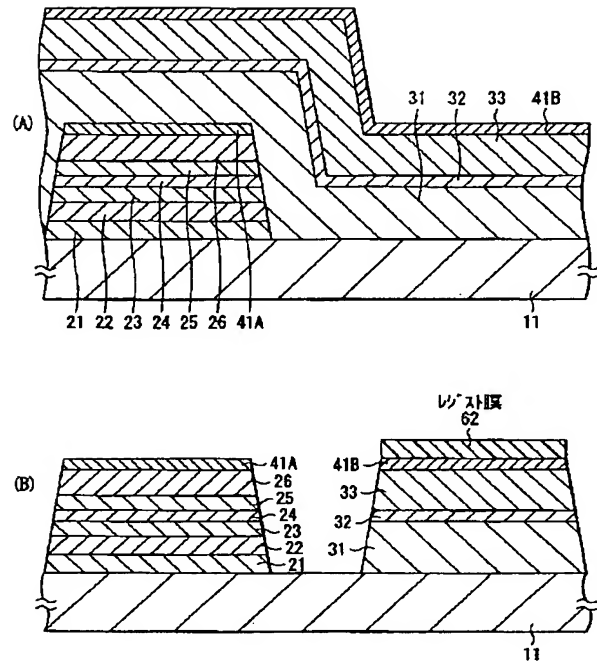
【図8】



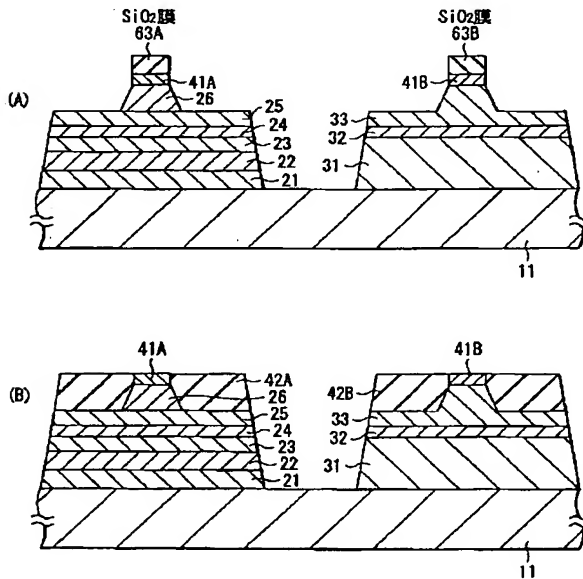
【図2】



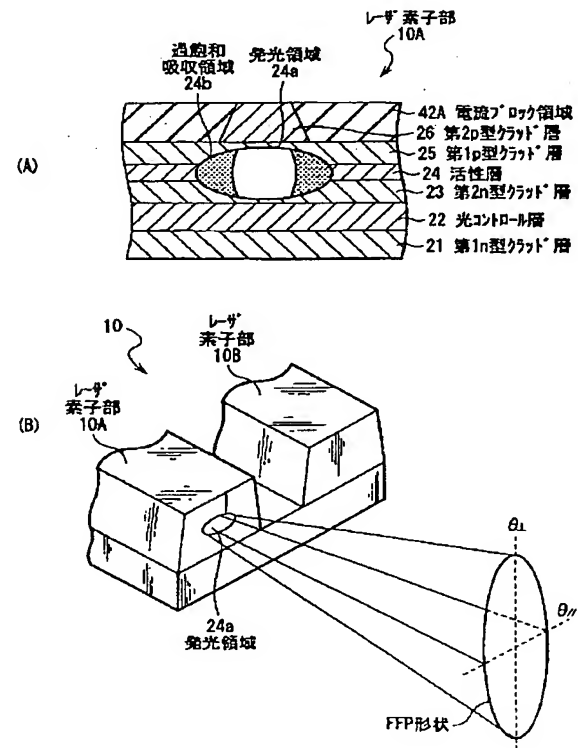
【図3】



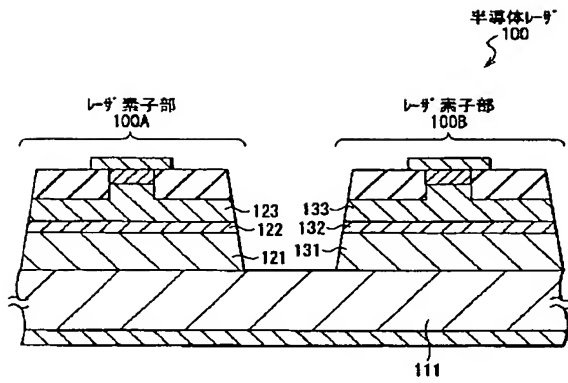
【図4】



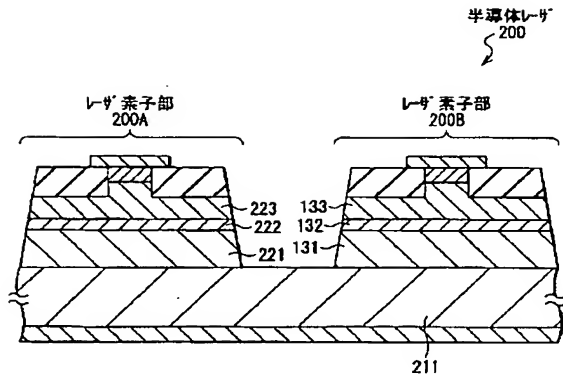
【図5】



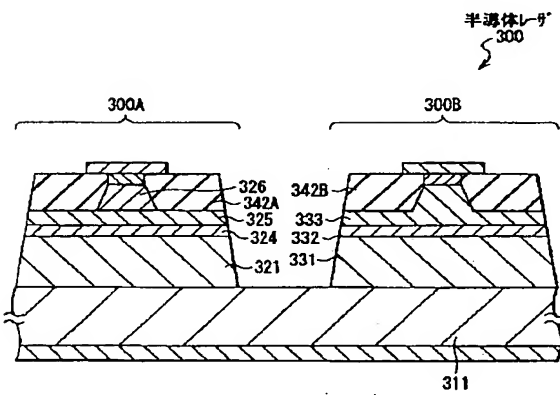
【図6】



【図7】



【図9】



【図10】

